

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 6 月 14 日 (14.06.2001)

PCT

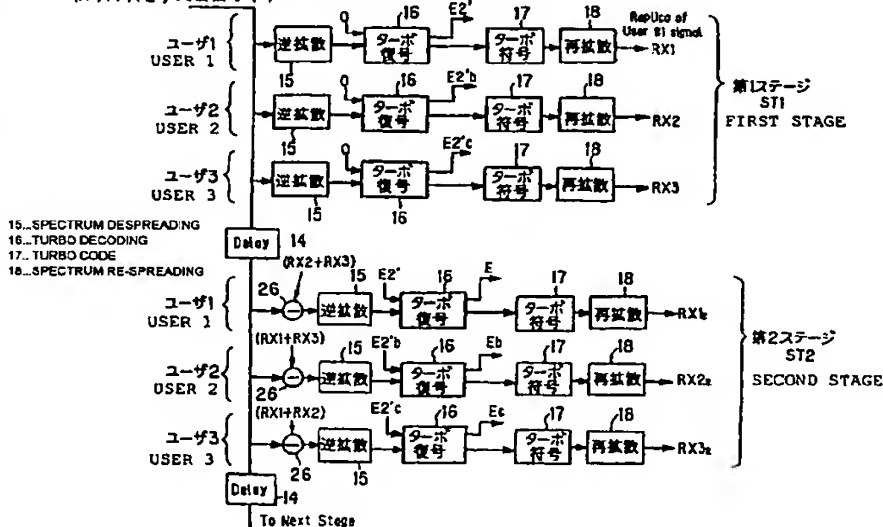
(10) 国際公開番号
WO 01/43292 A1

- (51) 国際特許分類: H03M 13/29, (74) 代理人: 弁理士 藤本英介, 外(FUJIMOTO, Eisuke et al.); 〒100-0014 東京都千代田区永田町二丁目14番2号 山王グランドビルディング3階317区 藤本特許法律事務所内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/08677
- (22) 国際出願日: 2000 年12 月7 日 (07.12.2000) (81) 指定国 (国内): AU, CN, KR, US.
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平11/348073 1999 年12 月7 日 (07.12.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒545-8522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 福政英伸 (FUKUMASA, Hidenobu) [JP/JP]; 〒739-0025 広島県東広島市西条中央8-12-19-A201 Hiroshima (JP).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CONCATENATION CONVOLUTIONAL CODE DECODER

(54) 発明の名称: 接続畳込み符号復号器

(X', Y1', Y2') RECEIVED SIGNAL $x(t)$
(X', Y1', Y2') 受信信号 $x(t)$



(57) Abstract: Interference can be eliminated without increasing the amount of decoding calculation so much if the output of the interim result of the repeat decoding of a turbo code or an SCCC and the output of the likelihood information during the repeat decoding are effectively used. Decodings of mutually interfering turbo codes and SCCC blocks are parallel carried out, and the decoding of another block is made to reflect the decoded data and likelihood information produced as an interim result of the decodings of the turbo codes and SCCC, thereby carrying out the repeat decoding.

[続葉有]

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. H03M 13/23	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2002-0064331 2002년08월07일
(21) 출원번호	10-2002-7007198	
(22) 출원일자	2002년06월05일	
번역문 제출일자	2002년06월05일	
(86) 국제출원번호	PCT/JP2000/08677	
(86) 국제출원출원일자	2000년12월07일	
(87) 국제공개번호	WO 2001/43292	
(87) 국제공개일자	2001년06월14일	
(81) 지정국	국내특허: 오스트레일리아, 중국, 대한민국, 미국 EP 유럽특허: 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스, 터키	
(30) 우선권주장	JP-P-1999-00348073 1999년12월07일 일본(JP)	
(71) 출원인	샤프 가부시기가이샤 일본 000-000 일본 오사카후 오사카시 아베노구 나가이쵸 22방 22고 후쿠마사히데노부	
(72) 발명자	일본 일본 739-0025히로시마쵸히가시히로시마시사이조쵸8-12-19-에이201	
(74) 대리인	구영창 장수길	
(77) 심사청구	있음	
(54) 출원명	연접 컨볼루션 부호 복호기	

명세서

기술분야

본 발명은 오류 정정 기술을 이용하는 디지털 통신에 관한 것이다.

배경기술

최근, 인터넷이나 디지털 휴대 전화 등, 디지털 통신에 관한 산업은 급속한 발전을 이루고 있다. 그러한 가운데, 중요한 정보를 고속, 고품질로 통신을 행하기 위한 기초적인 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중에서, 오류 정정 기술은 디지털 이동 통신과 같은 불안정한 통신로에서 고품질 통신을 행하는데 있어서 불가결한 기술이다.

터보 부호는, 보다 적은 에너지로 고품질 데이터 통신을 행하는 것을 가능하게 하는 획기적인 오류 정정 부호로, 최근 널리 주목받고 있다. 이 기술은 디지털 이동 통신의 분야에서 차세대 표준 방식으로 채용될 가능성이 높다.

또한, 마찬가지로 차세대 이동 통신 방식의 표준으로 되어 있는 CDMA(부호 분할 다원 접속: Code Division Multiple Access) 기술에서는 간섭량에 따라 시스템의 용량이 제한되기 때문에, 그 간섭을 저감하는 간섭 캔슬러는 특히 주목받는 기술이다.

터보 부호는 1993년에 발표된 새로운 부호로, 2개(혹은 그 이상)의 조직 컨볼루션 부호를 조합하여 구성된다(C.Berrou 외, "Near Shannon Limit error-correcting coding: Turbo codes", Proceedings of ICF93, 또는 "Near Optimum error-correcting coding: Turbo codes", IEEE Transactions on Communications, Vol.44, no.10, 1996). 터보 부호의 복호 과정에서는 이 2개의 조직 컨볼루션 부호의 복호를 순차 반복하여 행함으로써, 오류를 줄여 간다는 특징이 있다. 여기서는, 터보 부호기와 복호기의 구성과 복호 방법에 대하여 간단히 적는다. 상세하게, 이사카 외, 「Shannon 한계로의 도표: "parallel concatenated(Turbo) coding", "Turbo(iterative) decoding"과 그 주변」, 전자 정보 통신 학회 기보 IT98-51이나, J.Hagenauer "Iterative Decoding of Binary Block and Convolutional Codes", IEEE Transactions on Information Theory, Vol.42, No.2, 1996, 등을 참고바란다.

터보 부호의 부호기를 도 10에, 복호기의 블록을 도 11에 도시한다. 2개의 재귀적 조직 컨볼루션 부호기(1, 2)(Recursive Systematic Convolutional Code Encoder: RSCC)가 병렬로 배치되며, 그 사이에 인터리버(3)가 설치된 모양으로 되어 있다. 원래의 정보 비트 계열 X를 인터리브(재배열)하여 얻어지는 계열이 또 하나의 부호기(2)에 입력된다. 여기서, 재귀적 조직 컨볼루션 부호기의 부호화율이 1/2이라고 하면, 원래의 정보 비트 X에 대하여 각각의 부호기(1, 2)로부터 얻어진 패리티 비트 Y1, Y2를 부가하여, 부호화율 1/3인 터보 부호가 얻어진다.

도 11에 도시하는 복호기에서는 복호기(4)에 의해 제1 조직 컨볼루션 부호의 복호를 행한 후에, 이 복호 결과를 인터리버(5)를 통해 복호기(6)에 의해 제2 조직 컨볼루션 부호의 복호를 행한다. 또한, 이 결과를 복원용 인터리버(7)를 통해 복호기(4)에 의해 제1 조직 컨볼루션 부호의 복호를 재차 행한다. 이와 같이 반복하여 복호를 행함으로써 서서히 복호 신호의 신뢰도가 상승하여 오류가 감소한다.

터보 부호의 도중에 행해지는 조직 컨볼루션 부호의 복호에서는, 다음단의 복호에 이용하기 위해서 연판정 정보를 부가한 복호 결과가 필요하게 된다. RSCC1에 대응하는 복호기(4)는 수신 신호에 SNR(Signal to Noise Ratio)에 비례한 가중치를 부여한 것(Lc y)과 외부 정보(우도 정보)(likelihood information)를 입력으로 하고, 대수 우도비를 가진 복호 결과 L(u)와 다음의 복호기에 전달되는 외부 정보 Le(u)를 출력한다.

연관정 결과가 얻어지는 복호 방법으로는 몇몇 방법이 있지만, 여기서는 MAP에 대하여 설명한다.

MAP(Maximum A Posteriori Probability: 최대 사후 확률) 복호는 수신 신호 계열 y 가 제공된 조건 하에서 각 정보 심볼 u_k 에 관하여 $P(u_k)$ 를 최대 로 하는 u_k 를 복호 결과로서 구하는 것이다. 이를 위해, LLR(Log Likelihood Ratio: 대수 우도비 $L(u_k)$)을 이하의 수학적 식 1과 같이 구한다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned} L(u_k) &= \log \frac{P(u_k = +1|y)}{P(u_k = -1|y)} \\ &= \log \frac{\sum_{(s_{k-1}, s_k), u_k = +1} p(s_{k-1}, s_k, y)}{\sum_{(s_{k-1}, s_k), u_k = -1} p(s_{k-1}, s_k, y)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p(s_{k-1}, s_k, y) &= p(s_{k-1}, y_{j < k}) \cdot p(s_k, y_k | s_{k-1}) \cdot p(y_{j > k} | s_k) \\ &= p(s_{k-1}, y_{j < k}) \cdot P(s_k | s_{k-1}) \cdot p(s_k, y_k | s_{k-1}, s_k) \cdot p(y_{j > k} | s_k) \\ &= \alpha_{k-1}(s_{k-1}) \cdot \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k) \end{aligned}$$

으로 한다. $\alpha_{k-1}(s_{k-1}) = P(s_{k-1}, y_{j < k})$ 는 $k-1$ 의 시점에서의 상태가 s_{k-1} 인 확률을 초기 상태로부터 재귀적으로 구한 것이며, $\beta_k(s_k) = P(y_{j > k} | s_k)$ 는 동일하게 k 의 시점에서의 상태가 s_k 인 확률을 종료 상태로부터 구한 것이다. 또한, $\gamma_k(s_{k-1}, s_k)$ 는 $k-1$ 시점의 상태 s_{k-1} 로부터 k 시점의 상태 s_k 로 전이하는 확률로, 하기 수학적 식 2가 된다.

수학적 식 2

$$\gamma_k(s_{k-1}, s_k) = P(s_k | s_{k-1}) \cdot p(y_k | s_{k-1}, s_k)$$

상기 수학적 식 2는, 하기 수학적 식 3에 의해 구한다.

수학적 식 3

$$\gamma_k(s_{k-1}, s_k) = \exp \left[\frac{1}{2} u_k (L^e(u_k) + L_c y_k') + \frac{1}{2} L_c y_k^p x_k^p \right]$$

$\alpha_k(s_k)$ 및 $\beta_k(s_k)$ 는 하기 수학적 식 4, 수학적 식 5에 의해 각각 재귀적으로 구해진다.

수학적 식 4

$$\alpha_k(s_k) = \sum_{s_{k-1}} \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \alpha_{k-1}(s_{k-1})$$

수학적 식 5

$$\beta_{k-1}(s_{k-1}) = \sum_{s_k} \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k)$$

이들을 이용하여, 대수 우도비 $L(u_k)$ 는, 하기 수학적 식 6에 의해 구한다.

수학적 식 6

$$L(u_k) = \log \left(\frac{\sum_{s_{k-1}} \alpha_{k-1}(s_{k-1}) \cdot \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k)}{\sum_{s_{k-1}} \alpha_{k-1}(s_{k-1}) \cdot \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k)} \right)$$

여기서, $\sum_{s_{k-1}}$ 은 $u_k = 1$ 인 경우의 총계를 나타내고, $\sum_{s_{k-1}}$ 은 $u_k = -1$ 인 경우의 총계를 나타낸다.

또한, 다음의 조직 컨볼루션 부호 복호기에 송신되는 외부 우도 정보 $L^e(u_k)$ 는 이 대수 우도비 $L(u_k)$ 로부터, 가중치가 부여된 수신 신호 $L_c y_k^p$, 및 이 복호기에 입력된 외부 우도 정보 $L^e(u_k)$ 를 빼서 얻어진다.

또한, 상기 설명한 터보 부호기는 2개의 조직 컨볼루션 부호기(1, 2)를 인터리버(3)를 통해 병렬적으로 이용하는 것이었지만, 도 12에 도시한 바와 같이 2개의 조직 컨볼루션 부호기(1, 2)를 직렬적으로 이용하는 종결 연결 컨볼루션 부호(Serial Concatenation of Interleaved Codes: SCCC)도 마찬가지로 오류 정정 부호가 된다. 또한, 도 12에는 조직 컨볼루션 부호기(1)의 하류측의 병렬/직렬 변환기 P/S와 인터리버(3) 사이에 펄스(puncture) P를 설치하여 비트 열의 일부를 씨닝함으로써 외부부(outer code) 부호기의 부호화 효율을 높인다.

종결 연결 컨볼루션 부호의 복호 과정에서도, 도 13에 도시한 바와 같이, 터보 부호의 복호 과정과 마찬가지로, 2개의 조직 컨볼루션 부호의 복호를 연입력 연 출력의 복호기(soft-input soft-output decoder)를 이용하여, 순차 전회의 복호 결과의 우도 정보를 이용하면서 반복하여 복호를 행함으로써 오류를 줄일 수 있다. 물론, 외부부 부호기가 되는 조직 컨볼루션 부호기(1)(도 12)와 내부부(inner-code) 부호기가 되는 조직 컨볼루션 부호기(2)는 다른 조직 컨볼루션 부호기로 해도 된다. SCCC에 대한 상세는, Sergio Benedetto 외, "Serial Concatenation of Interleaved Codes: Performance Analysis, Design, and Iterative Decoding", IEEE Transactions on Information Theory, Vol.44, No.5, May 1998.에 기재되어 있다.

다음에, CDMA 시스템의 다른 국간 간섭을 제거하는 간섭 캔슬러에 대한 설명을 적는다. CDMA 시스템의 다른 국간 간섭을 제거하는 간섭 캔슬러에 대해서는 많은 연구 보고가 있다. 예를 들면, Y.C.Yoon 외, "A Spread-Spectrum Multiaccess System with Cochannel Interference Cancellation for Multipath Fading Channels", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.11, No.7, Sept.1993.

k 사용자가 동일 주파수로 부호 분할 다중되어 있는 경우의 수신 신호를 수식화하면 다음의 수식식 7이 된다.

수식식 7

$$r(t) = n(t) + \sum_{k=1}^K s_k(t - \tau_k)$$

이 때, $S_1(t)$ 를 수신하려고 하는 사용자에게 있어서는, $s_k(t)$ ($k \neq 1$)는 간섭 신호가 되어 통신 품질을 열화시킨다. 따라서, 하기 수식식 8에 도시한 바와 같이, $s_1(t)$ 의 수신기로 $s_k(t)$ ($k \neq 1$)도 동시에 복조하고, 복제 신호 $rs_k(t)$ 를 작성하여 수신 신호로부터 뺄으로써 신호의 간섭 성분을 제거한다.

수식식 8

$$r(t) - \sum_{k=2}^K rs_k(t - \tau_k) = s_1(t - \tau_1) + n(t) + E(t)$$

단, 반드시 복제 신호가 올바르게 잡지는 않기 때문에, 그렇지 않은 경우에는 오차(e(t)의 항)를 발생시키게 된다. 이것은 복조 데이터의 판정 오류나 τ_k 의 추정 오차에 의해 발생한다. 간섭 캔슬을 행한 신호로부터 판정한 데이터를 이용함으로써 복제의 정밀도가 높기 때문에, 캔슬링을 복수회 행함으로써 서서히 희망 신호의 오류율이 저하되어 가는 것이 기대된다. 이것을 서브트랙트형 멀티 스테이지 캔슬러(subtract type multi-stage canceller)라 한다.

그러나, 종래는 오류 정정 부호의 복호 처리와 간섭 제거의 처리 등은 따로따로 행해졌다. 그 때문에, 간섭 제거 처리가 불완전하면 그것은 제거 불가능한 잡음으로 간주되어 오류 정정 능력의 열화를 초래하였다.

또한, 컨볼루션 부호 등의 오류 정정 부호가 이용된 경우에는 복호 처리가 복잡하기 때문에 멀티 스테이지의 간섭 제거와의 융합은 곤란하다고 생각된다.

본 발명은 상기한 문제점을 해소하기 위해서 이루어진 것으로, 오류 정정 부호의 복호 처리와 간섭 제거의 처리를 간단한 구성으로 동시에 행할 수 있는 병렬 또는 직렬 연결 컨볼루션 부호 복호기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<발명의 개시>

본 발명은 상기한 목적을 달성하기 위해서 다음의 구성을 갖는다.

본 발명의 제1 요지는 컨볼루션 부호화 처리를 행하는 제1 컨볼루션 부호기와 제2 컨볼루션 부호기를, 소정 규칙에 기초하여 입력 데이터의 재배열 조작을 행하는 인터리버를 통해 병렬 또는 직렬로 접속한 연결 컨볼루션 부호기에 의해, 정보 신호를 컨볼루션 부호화 처리한 부호화 신호의 송신 신호를 수신하는 수신 장치의 연결 컨볼루션 부호 복호기에 있어서, 전회의 연판정 복호 처리에 의해 생성된 복호용 우도 정보를 이용하여 수신 신호를 복호하고, 복호 신호와 복호 신호의 복호용 우도 정보를 출력하는 연판정 복호 처리를 행하는 연판정 복호부와, 연판정 복호부에서 상기 복호 신호에 대하여 연결 컨볼루션 부호기와 동일한 컨볼루션 부호화 처리를 행하고, 송신된 부호화 신호의 복제를 생성하는 연결 컨볼루션 부호화부와, 연결 컨볼루션 부호화부에서 생성된 부호화 신호의 복제로부터 송신 신호의 복제를 생성하는 송신 신호 복제부를, 구비한 복호 부호부를 복수 열로 설치하고, 송신 신호 복제부에서 구해진, 수신을 희망하지 않는 송신국으로부터의 송신 신호의 복제에 기초하여 구해지는 간섭 신호를 수신 신호로부터 제거하는 간섭 제거부를 구비하여, 간섭 제거부로부터 출력하는 수신 신호를 연판정 복호부에서 연판정 복호 처리하여 정보 신호를 추출하는 것을 특징으로 하는 연결 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제2 요지는 컨볼루션 부호화 처리를 행하는 제1 컨볼루션 부호기와 제2 컨볼루션 부호기를, 소정 규칙에 기초하여 입력 데이터의 재배열 조작을 행하는 인터리버를 통해 병렬 또는 직렬로 접속한 연결 컨볼루션 부호기에 의해, 정보 신호를 컨볼루션 부호화 처리한 패러티 신호를 가진 부호화 신호의 송신 신호를 수신하는 수신 장치의 연결 컨볼루션 부호 복호기에 있어서, 전회의 연판정 복호 처리에 의해서 생성된 복호용 우도 정보를 이용하여 수신 신호를 복호하고, 그 복호 신호, 그 복호 신호의 복호용 우도 정보 및 복호 신호와 패러티 신호의 부호 계열 우도 정보를 출력하는 연판정 복호 처리를 행하는 연판정 복호부와, 연판정 복호부에서 판정한 상기 정보 신호에 대하여 연결 컨볼루션 부호기와 동일한 컨볼루션 부호화 처리를 행하고, 송신된 부호화 신호의 복제를 생성하는 연결 컨볼루션 부호화부와, 연결 컨볼루션 부호화부에서 생성된 송신된 부호화 신호의 복제로부터 송신 신호의 복제를 생성하는 송신 신호 복제부와, 부호 계열 우도 정보를 이용하

여, 부호화 신호의 복제, 또는 송신 신호의 복제에 대하여 가중치를 부여하는 가중치 부여부를, 구비한 복호 부호부를 복수 열로 설치하고, 가중치 부여부에서 구해진, 수신을 희망하지 않는 송신국의 송신 신호의 복제에 기초하여 구해지는 간섭 신호를 수신 신호로부터 제거하는 간섭 제거부를 구비하며, 간섭 제거부로부터 출력되는 수신 신호를 연판정 복호부에서 연판정 복호 처리하여 정보 신호를 추출하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제3 요지는 간섭 제거부로부터 복호 부호부의 처리를 소정 횟수, 반복 가능하게 하는 것을 특징으로 하는 요지 1 또는 2에 기재된 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제4 요지는 연판정 복호부는 연판정 복호 처리를 소정 횟수 반복하여 행한 후에 정보 신호를 판정하는 것을 특징으로 하는 요지 1 내지 3 중 어느 하나에 기재된 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제5 요지는 수신 신호는 복수의 송신국의 송신 신호를 포함하는 확산된 신호이며, 수신 신호에 대하여 각 송신국의 확산 부호를 이용하여 역 확산하는 역 확산부를 구비하고, 연판정 복호부는 그 역 확산부에 의해 역 확산한 후의 신호를 입력 신호로 하고, 송신 신호 복제부는 송신 신호의 복제를 확산하는 확산부를 갖는 것을 특징으로 하는 요지 1에 기재된 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제6 요지는 수신 신호는 복수의 송신국의 송신 신호를 포함하는 확산된 신호이며, 수신 신호에 대하여 각 송신국의 확산 부호를 이용하여 역 확산하는 역 확산부를 구비하고, 연판정 복호부는 역 확산부에 의해 역 확산한 후의 신호를 입력 신호로 하고, 송신 신호 복제부는 가중치 부여부에 의해 가중치가 부여된 송신 신호의 복제를 확산하는 확산부를 갖는 것을 특징으로 하는 요지 2에 기재된 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제7 요지는, 수신 신호는 확산 부호에 기초하여 역 확산된 신호이며, 간섭 제거부는 송신 신호 복제부에서 작성된 송신 신호의 복제 중 수신을 희망하지 않는 송신 신호의 복제에 기초한 간섭 신호에 확산 부호 간의 상호 상관에 따른 가중치를 부여하고, 역 확산 후의 부호 단위로 간섭 제거 처리하는 것을 특징으로 하는 요지 1 또는 2에 기재된 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제8 요지는, 연판정 복호부는 수신 신호에 기초하여 제1 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제1 우도 정보를 출력하는 제1 연판정 복호기와, 수신 신호와 제1 우도 정보를 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 수신 신호와 재배열 제1 우도 정보를 출력하는 인터리버부와, 수신 신호, 재배열 제1 우도 정보, 및 재배열 수신 신호에 기초하여 제2 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제2 복호 정보와 제2 우도 정보를 출력하는 제2 연판정 복호기와, 제2 복호 정보와 제2 우도 정보를 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 제2 복호 정보와 복호용 우도 정보를 출력하는 복원 인터리버부와, 재배열 제2 복호 정보의 판정을 행하여 복호한 정보 신호를 출력하는 복호 판정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 요지 1에 기재된 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제9 요지는 연판정 복호부는 수신 신호에 기초하여 제1 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제1 우도 정보와, 제1 패러티 신호에 관한 제1 패러티 우도 정보를 출력하는 제1 연판정 복호기와, 수신 신호와 제1 우도 정보를 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 수신 신호와 재배열 제1 우도 정보를 출력하는 인터리버부와, 수신 신호, 재배열 제1 우도 정보, 및 재배열 수신 신호에 기초하여 제2 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제2 복호 정보, 제2 우도 정보, 및 제2 패러티 신호에 관한 제2 패러티 우도 정보를 출력하는 제2 연판정 복호기와, 제2 복호 정보와 제2 우도 정보를 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 제2 복호 정보와 복호용 우도 정보를 출력하는 복원 인터리버부와, 재배열 제2 복호 정보의 판정을 행하고, 복호한 정보 신호를 출력하는 복호 판정부와, 재배열 제2 복호 정보, 및 상기 제1, 제2 패러티 우도 정보에 기초하여 부호 계열 우도 정보를 출력하는 우도 정보 합성부를 구비하는 것을 특징으로 하는 요지 2에 기재된 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있다.

본 발명의 제1 요지에 따르면, 복수의 송신국으로부터 송신된 정보 신호를 컨볼루션 부호화 처리한 부호 신호의 송신 신호를 수신기가 각각 수신하고, 각 송신국으로부터의 수신 신호마다 복수열 설치된 복호 부호부에서, 각 송신국으로부터의 수신 신호마다 정보 신호와 송신 신호의 복제를 생성하고, 수신을 희망하지 않는 송신국으로부터의 수신 신호를 제거하여 재차 수신을 희망하는 정보 신호를 얻게 된다.

송신 신호의 복제를 생성하기 위해서는, 우선 처음에 연판정 복호부에서 전회의 연판정 복호 처리에 의해 생성된 우도 정보를 이용하여 수신 신호를 복호하고, 그 복호 신호와 그 복호 신호의 우도 정보를 출력하는 연판정 복호 처리를 행한다.

다음에, 연접 컨볼루션 부호화부에서 복호 신호에 대하여 연접 컨볼루션 부호기와 동일한 컨볼루션 부호화 처리를 행하고, 송신된 부호 신호의 복제를 생성한다.

또한, 송신 신호 복제부에서 연접 컨볼루션 부호화부에서 생성된 부호 신호의 복제로부터 송신 신호의 복제를 각 송신국으로부터 송신 신호마다 생성한다.

그리고, 간섭 제거부에서, 수신을 희망하지 않는 송신국으로부터의 송신 신호의 복제에 기초한 간섭 신호를 수신 신호로부터 제거하고, 그 간섭 신호를 제거한 수신 신호를 연판정 복호부에서 연판정 복호 처리함으로써 정보 신호를 추출할 수 있다.

본 발명의 제2 요지에 따르면, 제1 요지 외에 연판정 복호부에서 패러티 신호의 우도 정보를 출력하고, 가중치 부여부를 설치하여 패러티 신호의 우도 정보를 이용하여, 부호 신호의 복제, 또는 송신 신호의 복제에 대하여 가중치의 부여를 행함으로써 고정밀도의 복호 결과를 얻을 수 있다.

본 발명의 제3 요지에 따르면, 간섭 제거부로부터 복호 부호부의 처리를 소정 횟수, 반복 가능하게 함으로써, 반복 횟수를 늘려서 고정밀도의 복호 결과를 얻을 수 있다.

본 발명의 제4 요지에 따르면, 간섭 제거부로부터 복호 부호부의 처리를 소정 횟수, 반복 가능하게 함으로써, 송신 신호의 복제의 정밀도가 높아지고, 간섭 제거부에서의 간섭 제거가 효율적으로 되어 고정밀도의 복호 결과를 얻을 수 있다.

본 발명의 제5 또는 제6 요지에 따르면, 수신 신호는 복수의 송신국의 송신 신호를 포함하는 확산된 신호이며, 수신 신호에 대하여 각 송신국의 확산 부호를 이용하여 역 확산하는 역 확산부를 설치하고, 연판정 복호부가 역 확산부에 의해 역 확산한 후의 신호를 입력 신호로 하고, 송신 신호 복제부가 송신 신호의 복제를 확산하는 확산부를 가짐으로써, 내 간섭성, 내 멀티 패스 특성 등이 향상된다.

본 발명의 제7 요지에 따르면, 수신 신호는 확산 부호에 기초하여 역 확산된 신호이며, 간섭 제거부가 송신 신호 복제부에서 작성된 송신 신호의 복제 중, 수신을 희망하지 않는 송신 신호의 복제에 기초한 간섭 신호에 확산 부호 간의 상호 상관에 따른 가중치의 부여를 행하고, 역 확산 후의 부호 단위로 간섭 제거 처리함으로써, 간섭 제거부에서의 간섭 제거가 효율적으로 되어, 고정밀도의 복호 결과를 얻을 수 있다.

본 발명의 제8, 제9 요지에 따르면, 복호한 정보 신호, 우도 정보, 패러티 신호의 우도 정보를 출력할 수 있다.

본 발명에 따르면, 터보 부호의 복호 과정에 간섭 성분을 제거하는 연산을 부가함으로써, 처리량의 증가를 억제하고, 오류 정정 부호의 복호 처리와 간섭 제거의 처리를 동시에 행할 수 있는 특성의 대폭적인 개선을 얻는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 터보 부호기의 블록도.

도 2는 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 제1, 제2 스테이지의 터보 복호 처리의 블록도.

도 3은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 터보 복호기의 블록도.

도 4는 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 제1, 제2 스테이지의 터보 복호 처리의 블록도.

도 5는 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 제1, 제2 스테이지의 터보 복호 처리의 블록도.

도 6은 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 터보 복호기의 블록도.

도 7은 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 오류율 특성 그래프.

도 8은 본 발명의 제4 실시 형태에 따른 제1, 제2 스테이지의 터보 복호 처리의 블록도.

도 9는 본 발명의 제5 실시 형태에 따른 제1, 제2 스테이지의 터보 복호 처리의 블록도.

도 10은 종래의 터보 부호기의 블록도.

도 11은 종래의 터보 부호 복호기의 블록도.

도 12는 종래의 SCCC 부호기의 블록도.

도 13은 종래의 SCCC 복호기의 블록도.

실시예

<발명을 실시하기 위한 최량의 형태>

본 발명의 실시 형태에서는 터보 부호나 SCCC 등의 병렬 또는 직렬 연접 컨볼루션 부호의 반복 복호는 복호 처리 도중에 잠정적인 복호 결과와 우도 정보를 출력하기 때문에, 이것을 유효하게 이용하면 복호의 연산량을 그다지 늘리지 않고, 간섭의 제거 처리를 행하는 것이 가능해지는 것에 착안하여 이루어진 것이다.

그래서, 상호 간섭을 끼치는 복수의 터보 부호나 SCCC 등의 블록의 복호 처리를 병렬로 행하고, 터보 부호나 SCCC 등의 복호의 중간 결과로서 얻어지는 복호 데이터와 우도 정보를, 다른 블록의 복호 처리에 반영시켜 반복하여 복호를 행함으로써, 간섭 제거와 터보 부호나 SCCC 등의 반복 복호를 동시에 가능하게 한다.

이하, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 제1 실시 형태를 상세히 설명한다.

도 1은 조직(재귀적) 컨볼루션(RSC) 부호기(10, 11)가 인터리버(12)를 통해 병렬로 설치된 병렬 연접 컨볼루션 부호기(Parallel Concatenated Convolutional Codes(PCCC) : 터보 부호기)의 블록도를 나타내고 있다.

인터리버(12)는 입력 데이터 열 X를 재배열하여, 입력 데이터 열 X와 동일한 요소이며 순서가 다른 데이터 열 X를 작성한다.

입력 데이터 열 X에 대하여 RSC 부호기(10)에 의해 재귀적 컨볼루션을 실시한 후의 데이터 열(패러티 데이터)을 Y1로 하고, 인터리버(12)에 의해 재배열된 데이터 열 X의 부호기(11)에 의한 재귀적 컨볼루션을 실시한 후의 데이터 열(패러티 데이터)을 Y2로 한다.

즉, 입력 데이터 계열 X에 의해 제1 패러티 부호 계열 Y1과 제2 패러티 부호 계열 Y2가 생성되며, 부호기의 출력은 (X, Y1, Y2)를 병렬 출력한다.

그리고, 송신에 있어서 입력 데이터 열 X, 제1 부호 계열 Y1, 및 제2 부호 계열 Y2를 병렬/직렬 변환기 P/S를 통하여, 확산기(13)에 의해 스펙트럼 확산하여 확산 부호 계열(X', Y1', Y2')로서 송신된다.

도 2는 복수의 송신국으로부터의 송신 신호인 수신 신호 $r(t)$ 의 터보 복호기의 기본적 구성을 나타내고 있고, 설명의 편의상 3명의 사용자가 동일 주파수로 부호 분할 다중 접속하고 있는 경우에 대해 나타내고 있다. 도 2에서는 복호 처리의 1 단위를 1 스테이지로서 반복 처리하는 중의 제1 스테이지 ST1, 제2 스테이지 ST2에 의한 반복 복호 처리를 나타내고 있다. 또한, 각 사용자마다 동일 구성의 복호 처리를 병렬로 처리하는 구성이기 때문에 1의 사용자에 대한 터보 부호 복호기에 대하여 이하에 설명한다.

도 2에 도시한 바와 같이 초단의 터보 복호 처리를 행하는 제1 스테이지 ST1은 역 확산부(15), 터보 부호의 복호기(16), 터보 부호의 재부호부(17), 및 재확산부(18)를 직렬 관계로 설치한다.

역 확산부(15)는 입력된 수신 신호 계열($X', Y1', Y2'$)을 각각의 확산 부호를 이용하여 역 확산한다. 이 때, 각각의 신호에는 상호 상관의 크기에 의해 간섭 성분이 남는다. 역 확산된 수신 신호 계열($X, Y1, Y2$)는 직렬/병렬 변환기 S/P(도 3 참조)를 통해 각각 따로따로 터보 부호의 복호기(16)로 보내진다.

터보 부호의 복호기(16)에서는 우선, 일회의 복호 처리를 행한다. 이 복호 처리는 종래의 터보 부호의 복호 처리와 동일하며 도 3에 도시한 블록도를 참조하여 설명한다.

터보 부호의 복호기(16)는 연판정 디코더(20, 23), 인터리버(21, 22), 복원용 인터리버(24), 및 복호 판정부(25)로 개략 구성되어 있다.

연판정 디코더(20, 23)는 연판정 입력을 기초로 연판정 출력을 행하는 연판정 복호부이고, 예를 들면 MAP 복호, SOVA(Soft Output Viterbi Algorithm) 복호 등을 행하는 복호기로, 이전 스테이지에서의 우도 정보를 이용하여 복호 처리하고, 우도 정보를 가진 복호 결과와 그 복호 결과의 우도 정보를 출력한다.

인터리버(21, 22)는 부호기측에서 사용하는 인터리버(12)와 동일한 동작을 행하는 것으로, 하나의 인터리버부로서 어느 한쪽의 인터리버를 공용해도 된다.

복원용 인터리버(24)는 인터리버에 의해 재배열된 데이터 열을 원래의 데이터 열로 복원하기 위한 복원용 재배열 수단으로, 상기 인터리버(21, 22) 등과 공용해도 된다. 단, 상기 인터리버(21, 22) 등을 공용하여 이용하는 경우에는 입력 데이터의 전환을 행하는 전환 수단으로서의 도시하지 않은 전환 스위치 등이 필요해진다.

복호 판정부(25)는 에러 정정 후의 데이터를 작성하기 위한 수단으로, 우도를 가진 복호 심볼로부터 우도를 제거하고, 정보 0, 1 중 어느 하나의 판정을 행한다.

상기 구성에 의한 병렬 연결 컨볼루션 부호(터보 부호)의 복호기(16)는 수신 신호 계열($X, Y1, Y2$)과 신호의 전회의 복호 처리에 의해 구해진 우도 정보 E가 입력된다. 이 중, 수신 신호 계열($X, Y1$)과 우도 정보 E가 한조가 되어 연판정 디코더(20)에 입력되며, 최초의 연판정 출력력의 에러 정정 처리를 행한다. 이에 따라, 조직 컨볼루션 부호기(10)(도 1)에서의 조직 컨볼루션 부호화에 대응한 에러 정정 처리를 행하고, 그 결과로서 각 신호가 새로운 우도 정보 E1을 작성한다.

도 1에 도시한 바와 같이 조직 컨볼루션 부호기(11)에 의한 조직 컨볼루션 전에 인터리버(12)에 의해 데이터의 재배열을 실시하기 때문에, 입력 데이터 X와 우도 정보 E1을 대응하는 인터리버(22, 21)에 의해 각각 데이터의 재배열을 행하여 새로운 데이터 열 $X1, E1'$ 을 작성한다. 그리고, 이 우도 정보를 이용하여 재차, 수신 계열($X1, Y2$)을 우도 정보 E1'와 조합하여 연판정 디코더(23)로써 연판정 출력력 에러 정정 처리를 행한다. 이에 따라, 조직 컨볼루션 부호기(11)에서의 부호화에 대응한 에러 정정 처리를 행하고, 그 결과로서 우도 정보를 가진 복호 결과 LX와 그 우도 정보 E2를 작성한다.

연판정 디코더(23)에 입력되는 데이터 열 $X1, E1'$ 는 인터리버(22, 21)에 의해 재배열되어 있기 때문에, 우도 정보 E2는 복원용 인터리버(24a)에 의해 데이터의 재배열을 행하여 우도 정보 E2'를 작성한다. 이 우도 정보 E2'는 재차 다음 스테이지의 연판정 디코더(20)로 행하는 연판정 출력력 에러 정정 처리의 우도 정보 E(E2')로서 이용된다.

또한, 복원용 인터리버(24a)로부터 출력된 재배열 후의 우도를 가진 복호 결과 XL'는 복호 판정부(25)에서 우도 정보가 제거되어 에러 정정 후의 데이터 X2로 된다.

또한, 도 2에 도시한 바와 같이 제1 스테이지에서 추출되며, 제2 스테이지의 복호기(16)에 입력되는 제2, 제3 사용자 대응의 우도 정보를 E2'b, E2'c로 나타낸다. 또한, 제2 스테이지의 각 복호기(16)로부터 추출되고, 도시하지 않은 제3 스테이지의 각 복호기(16)에 입력되는 우도 정보를 각각 E, Eb, Ec로 나타낸다.

상기 1회의 복호 결과로서 얻어진 데이터 열 X2(도 3)는 도 2에 도시한 바와 같이 송신 신호의 복제 신호를 작성하기 위해 인코더(터보 부호기: 17)에 입력되어 재차 터보 부호화되며, 또한 재확산부(18)에서 재차, 확산 부호에 의해 확산되어, 송신 신호의 복제 신호 RX1이 생성된다. 사용자(2, 3)의 복제 신호를 RX2, RX3으로 나타내고 있다.

다른 기지국으로부터 송신되는 다른 사용자로부터의 복제 신호를 작성하기 위해서, 상기 역 확산부(15)로부터 재확산부(18)까지를 각 사용자마다 3열 병렬로 설치하여 제1 스테이지 ST1을 구성한다.

제2 스테이지 ST2는 제1 스테이지 ST1의 반복 처리가 되며, 수신 신호 $r(t)$ 를 지연 회로(Delay: 14)를 통해 제1 스테이지에 대하여 소정 시간의 지연 처리가 행해진다. 제2 스테이지 ST2는 제1 스테이지 ST1의 구성 외에 역 확산부(15) 앞에 수신 신호의 입력 데이터 열 X'로부터 타인(제2, 제3 사용자)의 복제 신호 RX를 감산하는 감산부(26)가 설치된다. 또한, 제1 스테이지 ST1에서는 감산하는 타인의 복제 신호 RX는 제로이기 때문에 기재를 생략한다.

제2 스테이지 ST2에서는, 우선 감산부(26)에서 수신 신호 $r(t)$ 로부터 이전 스테이지 ST1로부터의 다른(제2, 제3 사용자) 복제 신호($RX2+RX3$)를 감산(간섭 성분의 제거)하고, 새로운 수신 계열(입력 데이터 열 X2', 제1 부호열 Y1', 제2 부호열 Y2')을 작성한다. 또한, 상기 간섭 성분의 제거는 복제 신호에 대하여 통신로의 게인 및 위상 회전 등의 영향을 더하여 생성된 간섭 성분의 복제($RX2+RX3$)를, 수신 신호로부터 확산된 신호의 대역폭의 신호로서 감산 처리함으로써, 간섭 성분의 제거를 정확하게 행할 수 있다.

그리고, 상기 수신 계열($X2', Y1', Y2'$)이 역 확산기(15)에 의해 역 확산되어 터보 복호기(16)에 입력된다. 이 때, 제1 스테이지 ST1에서 생성된 제1 사용자의 우도 정보 E2'를 외부 정보로서 이용한다.

터보 복호기(16) 이후의 처리는 상기 제1 스테이지 ST1과 동일한 복제 신호 $RX1_2$ 를 작성하기 위한 처리(17, 18)를 행한다.

상기 제2 스테이지 ST2와 마찬가지로 복호 데이터 및 복제 신호 작성의 처리를 통상의 터보 부호의 반복 복호의 요령으로 복수 스테이지에서 반복하여 행함으로써, 간섭 성분의 제거와, 오류 정정 부호로서의 터보 부호의 복호를 간단한 구성으로써 동시에 행하는 것이 가능해졌다. 즉, 본 실시 형태의 터보 부호 복호기에 따르면, 간섭국의 복제 신호 RX를 생성하고 수신 신호로부터 삭제하는 기능을 설치한 것을 특징으로 하고, 종래의 터보 복호기에 비하여 복호 자체의 복잡도는 증가하지 않고(단, 양호한 특성을 얻기 위해서 반복하여 횟수를 늘리면 효과가 상승한다), 또한 터보 부호의 부분을 단순한 경판정으로 치환하면, 종래의 서브트랙트형의 멀티 스테이지 간섭 캔슬러와 마찬가지로, 간단한 구성으로 간섭 성분의 제거와 오류 정정 부호로서의 터보 부호의 복호를 동시에 가능하게 한 것이다.

(제2 실시 형태)

다음에, 도 4를 참조하여 본 발명의 제2 실시 형태를 상세히 설명한다. 또한, 상기 실시 형태와 동일 구성에는 동일 부호를 붙여서 설명을 생략한다.

상기 제1 실시 형태에서는, 각 스테이지 ST의 복호기(16)에서의 터보 복호 처리는 각 스테이지마다 1회 행해져 후단의 스테이지 ST로 처리가 옮겨가는 것이었지만, 복제 신호 RX를 생성할 때에 복호 데이터의 오류가 많으면 복제 신호 작성의 정밀도가 낮아져서, 오히려 오류를 증가시킬 가능성이 있다. 그래서, 본 실시 형태에서는 각 스테이지에서의 터보 복호 처리를 각각 소정 횟수 피드백 처리 가능하게 하고, 복호 데이터의 오류를 적게 하여 복제 신호 작성의 정밀도를 높이는 것이다.

도 4는 본 실시 형태에서의 처리 구성을 나타내는 블록도이다. 도 2에 도시한 제1 실시 형태의 구성과의 상위는 제1 스테이지 ST1의 복제 신호 RX를 생성하기 전에, 복호기(16)에서 터보 부호의 복호를 복수 루프로 행하는 부분이다. 구체적으로는 복원용 인터리버(24)(도 3)의 우도 정보 E2'를 제1 스테이지 ST1의 입력 우도 정보 E로서 반복하여 터보 복호 처리를 행하고, 복호 데이터의 오류를 적게 한 후에 복제 신호 RX를 작성하고, 계속해서 제2 스테이지 ST2에서의 간섭 제거 처리를 개시한다.

물론, 각 스테이지 ST에서의 터보 부호의 복호 처리의 반복 횟수는 임의로 설정될 수 있으며, 예를 들면 제1 스테이지 ST1에서는 6개의 루프, 제2 스테이지 ST2 이후는 1개의 루프와 같이 루프수를 변경하는 것이 가능하다.

이상의 처리에 의해 복제 신호 RXn을 생성할 때에, 복호 데이터 X2(도 3)의 오류가 적어지며, 복제 신호 RXn의 작성의 정밀도가 높아지고 간섭 제거를 효과적으로 행할 수 있다.

(제3 실시 형태)

다음에, 도 5, 도 6을 참조하여 본 발명의 제3 실시 형태를 상세히 설명한다. 또한, 상기 실시 형태와 동일 구성에는 동일 부호를 붙여서 설명을 생략한다.

도 5는 본 실시 형태의 장치 구성을 나타내는 블록도로, 상기 제1 실시 형태의 구성과의 상위 부분은, 복호기(16b)가 패러티 데이터 Y1, Y2 부분의 우도 LY1, LY2도 출력 가능하게 하는 것과(도 6), 터보 부호기(Encoder: 17) 후에 가중치 부여부(Weighting: 27)를 설치한 점에 있다(도 5).

가중치 부여부(27)는 터보 부호기(17) 후에 복호기(16b)에서의 터보 부호의 복호 과정에서 얻어지는 우도 정보 LLR(도 6)을 이용하여 복제 신호의 정밀도를 추정하고, 복제 신호에 가중치 부여 처리를 행하는 수단이며, 그 가중치 부여부(27)에 의해 가중치가 부여된 에러 정정 후의 데이터 X2를 재확산부(18)에 의해 확산하여 가중치가 부여된 복제 신호 URX를 생성한다.

그리고, 상기 실시 형태와 마찬가지로 제1 스테이지 ST1에서 작성된 각 사용자마다의 가중치가 부여된 복제 신호 URX1~URX3에 대하여 다음 스테이지, 즉 제2 스테이지 ST2의 각 사용자마다의 감산부(26)에서, 다른 사용자의 가중치가 부여된 복제 신호 URX의 합을 삭제하는 구성으로 하고 있다.

상기 복호기(16b)의 구성은, 도 6에 도시한 바와 같이 패러티 데이터 Y1, Y2 부분의 우도도 출력 가능하게 하기 위해, 상기 복호기(16)의 구성 외에 우도 정보 합성부(28)를 설치하고 있다. 우도 정보 합성부(28)에는 연판정 디코더(20)에서 구해지는 우도 정보를 가진 패러티 심볼 LY1, 연판정 디코더(23)에서 구해지는 우도 정보를 가진 패러티 심볼 LY2, 및 복원용 인터리버(24b)로부터 출력된 우도 정보를 가진 복호 심볼 LX'가 입력되며, 그 복호 심볼과 패러티 심볼의 우도 정보를 조합하여 부호 계열의 우도 정보로서 가중치 부여부(27)(도 5)로 출력한다.

패러티 심볼 Y1, Y2(도 6)의 우도는 상기 정보 심볼의 우도와 마찬가지로 상기 수학식 6(정보 심볼 u_k 를 패러티 심볼로 한다)에 의해 구해진다.

가중치가 부여된 복제 신호는 하기 수학식 9로 주어진다.

수학식 9

$$I_k = \tanh(L(x)) \cdot \delta(\text{sign}(x), x')$$

여기에, x 는 u_k 로 치환된다. 또한, $\delta(a, b)$ 는 $a=b$ 일 때만 1이 되고, 그 이외는 0이 되는 함수이다. x' 는 재부호화를 행하여 얻어진 심볼을 의미한다. $\text{sign}(x)$ 는 x 가 플러스일 때 1, 마이너스일 때 -1이 되는 함수이다. 즉, 재부호화를 행한 심볼과, 우도 정보 LLR로부터 구해진 심볼의 부호가 일치하면 우도 정보 LLR의 \tanh 의 값을 가중으로 하고, 그렇지 않은 경우에는 0으로 한다.

본 실시 형태에서의 오류율 특성을 도 7에 도시한다. 터보 부호는 구속 길이 3, 블록 길이 1000이다. 반복 복호의 횟수는 18로 한다. 변조 방식은 정보 변조, 확산 변조 모두 BPSK(Binary Phase Shift Keying)이고, 확산율은 4, 확산 부호는 $(2^{18}-1)$ 의 주기의 M계열을 프레임 길이에 기초하여 끝 수를 버린다(truncate). 통신로는 스택이며 회망국과 간섭국의 수신 강도는 같다.

도 7에서는, 상기 조건에 있어서 사용자 수가 1~5인 경우의 특성을 비교한 것이다. 싱글 사용자의 경우에는 간섭이 없는 상태로, 이상적인 특성으로 한다. 이에 대하여, 사용자 수를 늘리면 간섭이 생기기 때문에 특성의 열화가 생긴다. 그런데, 본 실시 형태에 나타난 바와 같은 간섭 제거(Interference Cancel) 기능이 있는 복호 동작을 행하면 큰 특성의 개선이 도모되는 것으로 판명되었다.

이상 설명한 바와 같이, 수신 신호의 희망 성분에 대한 간섭의 비율에 따라서, 상기 에러 정정한 신호 X2(도 6)에 우도 정보를 이용하여 가중치를 부여하여 생성한 송신 신호의 복제를 수신 신호로부터 감산하는(간섭 성분을 제거하는) 처리를 각각의 부호 블록에 대하여 병렬 또는 직렬로 행하고, 이것을 복수 스테이지에 걸쳐 반복 처리하여 복호 처리를 완료함으로써, 고정밀도의 복호 결과를 얻을 수 있다.

(제4 실시 형태)

다음에, 도 8에 도시한 본 실시 형태의 장치 구성을 나타내는 블록도를 참조하여 본 발명의 제4 실시 형태를 상세히 설명한다. 또한, 상기 실시 형태와 동일 구성에는 동일 부호를 붙여서 설명을 생략한다.

상기 제1 내지 제3 실시 형태의 각 스테이지에서는 확산된 수신 신호 $r(t)$ 가 수신부와 함께, 전단의 스테이지에서 각 사용자마다 생성된 확산된 복제 신호 RX를 삭제하는 것이었다. 본 실시 형태에서는, 제1 스테이지 ST1에서 수신 신호 계열 $r_1(X', Y1', Y2')$ 를 역 확산한 것을 제2 스테이지 S T2 이후에의 입력 신호로 하는 것이다.

따라서, 제2 스테이지 이후에서는 상기 역 확산부(15)를 갖고 있지 않다. 또한, 제2 스테이지 ST2 이후의 입력 신호는 확산 신호가 아니기 때문에, 각 스테이지에서 생성되는 송신 신호의 복제 신호도 확산할 필요가 없기 때문에 재확산부(18)(도 2)를 갖고 있지 않다.

따라서, 제2 스테이지 ST2 이후의 감산부(26)에서는 역 확산한 수신 신호 계열(X, Y1, Y2)로부터, 확산되지 않은 타인의 복제 신호의 합이 감산된다. 이 경우의 복제 신호에는 각각 확산 부호 간의 상호 상관치 ($\theta_{i,j}$)를 승산하여(가중치 부여) 감산한다. 구체적으로는, 제1 사용자의 수신인 경우에는 제2 사용자의 복제 신호 URX2에 대하여 상호 상관치($\theta_{1,2}$)를 승산하고, 제3 사용자의 복제 신호 URX3에 대하여 상호 상관치($\theta_{1,3}$)를 승산하여 역 확산한 수신 신호 계열 X로부터 감산한다.

즉, 감산부(26)에서의 간섭 제거는 통신로의 게인이나 위상 회전 등의 영향, 및 확산 부호 간의 상호 상관에 따른 가중치 부여를 행하고, 또한 얻어진 우도 정보에 기초하여 가중치의 부여를 실시하여 역 확산 후의 심볼 단위로 감산 처리한다.

이러한 경우에도 상기과 마찬가지로 고정밀도의 복호 결과를 얻을 수 있다.

(제5 실시 형태)

다음에, 도 9를 참조하여 본 발명의 제5 실시 형태를 상세히 설명한다. 도 9는 본 실시 형태의 장치 구성을 나타내는 블록도이고, 송신국이 정보 계열을 복수의 직교하는 확산 부호를 이용하여 멀티 코드 전송하는 경우의 회로 구성을 나타내고 있다. 또한, 상기 실시 형태와 동일 구성에는 동일 부호를 붙여 설명을 생략한다.

상기 제3 실시 형태의 구성과의 상위 부분은 본 실시 형태에서는 복수의 직교하는 확산 부호를 이용한 멀티 코드 전송에 대응하기 위해서, 역 확산부(15)를 병렬로 설치함과 함께 한쪽의 역 확산부(15) 앞에 지연 회로(29)를 설치하고, 양 역 확산부(15)의 하류측에 Rake 합성을 행하는 MRC 회로(30)를 설치한다.

또한, 동일 스테이지에서의 각 복제 신호(복원 심볼)를 합성하는 가산부(31)를 설치하고, 제2 스테이지 이하의 각 역 확산부(15)에 전에 가산부(31)에서 가산된 복제 신호 RX를 감산하는 감산부(26)를 각각 설치한다.

송신된 신호는 통신로에서 다른 지연을 받아 복수의 전파가 합성되어 수신기에서 수신된다. 직교하는 확산 부호를 이용하는 멀티 코드 전송에서는 지연차가 없는 신호 사이에서는 간섭을 끼치지 않지만, 지연차가 있는 신호 사이에서는 간섭이 된다.

제1 스테이지 ST1에서는 부호 분할 다원 접속(CDMA) 시스템에서 생기는 다른국 간 간섭을 받은 수신 신호를 역 확산기(15)에서 각각의 확산 부호로 역 확산하여 Rake 합성을 행하고, 터보 부호의 복호 처리(알회)를 행한다. 복호된 정보 계열을 재차, 터보 부호기(Encoder: 17)로 터보 부호화하고, 또한 상기 제3 실시 형태의 경우와 마찬가지로 가중치 부여부(27)에서 우도 정보 LLR(도 6)을 이용하여 가중치 부여를 행한다. 이것을 재확산부(18)에서 재차 확산하여 가산기(31)에서 합성하여, 송신 신호의 복제 RX를 생성한다.

제2 스테이지 ST2에서는 수신 신호에 대하여 송신 신호의 복제 RX를 지연파의 타이밍에서 감산부(26)에서 뺄으로써, 선행파 성분을 추출하고, 역 확산부(15)에서 역 확산을 행한다. 또한 마찬가지로, 선행파를 제거함으로써 지연파를 추출하고, 역 확산부(15)에서 역 확산을 행한다. 그리고, 이들 역 확산한 수신 신호를 MRC 회로(30)에서 최대비 합성하여 각각의 확산 부호에 대응하는 신호 성분의 추출을 할 수 있다. 이하, 상기 제3 실시 형태의 경우와 마찬가지로 앞의 스테이지의 우도 정보 E2'를 이용하여 복호기(16) 이후의 복호 처리를 반복하여 행한다.

또한, 상기 실시 형태에서는 터보 부호를 이용한 경우에서의 간섭 성분의 제거와 오류 정정 부호의 복호를 설명하였지만, 종렬 연결 컨볼루션 부호(SCCC)를 이용한 경우에도 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. SCCC의 부호에서는 외부 부호 부호기가 되는 조직 컨볼루션 부호기(10)와 내부 부호 부호기가 되는 조직 컨볼루션 부호기(11)를 인터리버(12)를 통해 직렬적으로 이용하게 되며, 또한 그 복호 과정에서는 터보 복호부에서 터보 부호의 복호와 마찬가지로 연판정 연출력을 반복하여 행하게 된다. 따라서, 상기 터보 부호 복호기(16, 16b)에 SCCC의 복호를 적용함으로써, 상기한 실시 형태와 마찬가지로 간섭 성분의 제거와 오류 정정 부호로서의 SCCC 복호를 간단한 구성으로 동시에 행하는 것이 가능해진다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 터보 부호의 복호 과정에 간섭 성분을 제거하는 연산을 부가함으로써, 처리량의 증가를 억제하고, 오류 정정 부호의 복호 처리와 간섭 제거의 처리를 동시에 행할 수 있는 특성의 대폭적인 개선을 얻을 수 있는 것이 가능하게 된다.

산업상이용가능성

이상과 같이 본 발명에 따른 연결 컨볼루션 부호 복호기는 디지털 통신에서의 고속, 고품질의 통신을 가능하게 하는 복호기로서 유용하며, 인터넷이나 디지털 휴대 전화의 통신에서의 오류 정정 수단에 이용하는 데 적합하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

컨볼루션 부호화 처리를 행하는 제1 컨볼루션 부호기와 제2 컨볼루션 부호기를, 소정 규칙에 기초하여 입력 데이터의 재배열 조작을 행하는 인터리버를 통해 병렬 또는 직렬로 접속한 연결 컨볼루션 부호기에 의해, 정보 신호를 컨볼루션 부호화 처리한 부호화 신호의 송신 신호를 수신하는 수신 장치의 연결 컨볼루션 부호 복호기에 있어서,

전회의 연판정 복호 처리에서 생성된 복호용 우도 정보를 이용하여 수신 신호를 복호하고, 해당 복호 신호와 해당 복호 신호의 복호용 우도 정보를 출력하는 연판정 복호 처리를 행하는 연판정 복호부와,

상기 연판정 복호부에서 상기 복호 신호에 대하여 상기 연접 컨볼루션 부호기와 동일한 컨볼루션 부호화 처리를 행하고, 송신된 부호화 신호의 복제를 생성하는 연접 컨볼루션 부호화부와,

상기 연접 컨볼루션 부호화부에서 생성된 부호화 신호의 복제로부터 송신 신호의 복제를 생성하는 송신 신호 복제부

를 구비한 복호 부호부를 복수열로 설치하고,

상기 송신 신호 복제부에서 구해진, 수신을 희망하지 않는 송신국으로부터의 송신 신호의 복제에 기초하여 구해진 간섭 신호를, 상기 수신 신호로부터 제거하는 간섭 제거부를 구비하며,

상기 간섭 제거부로부터 출력하는 수신 신호를 연판정 복호부에서 연판정 복호 처리하여 정보 신호를 추출하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 2.

컨볼루션 부호화 처리를 행하는 제1 컨볼루션 부호기와 제2 컨볼루션 부호기를, 소정 규칙에 기초하여 입력 데이터의 재배열 조작을 행하는 인터리버를 통해 병렬 또는 직렬로 접속한 연접 컨볼루션 부호기에 의해, 정보 신호를 컨볼루션 부호화 처리한 패러티 신호를 가진 부호화 신호의 송신 신호를 수신하는 수신 장치의 연접 컨볼루션 부호 복호기에 있어서,

전회의 연판정 복호 처리에서 생성된 복호용 우도 정보를 이용하여 수신 신호를 복호하고, 해당 복호 신호, 해당 복호 신호의 복호용 우도 정보, 및 복호 신호와 패러티 신호의 부호 계열 우도 정보를 출력하는 연판정 복호 처리를 행하는 연판정 복호부와,

상기 연판정 복호부에서 판정한 상기 정보 신호에 대하여 상기 연접 컨볼루션 부호기와 동일한 컨볼루션 부호화 처리를 행하고, 송신된 부호화 신호의 복제를 생성하는 연접 컨볼루션 부호화부와,

상기 연접 컨볼루션 부호화부에서 생성된 송신된 부호화 신호의 복제로부터 송신 신호의 복제를 생성하는 송신 신호 복제부와,

상기 부호 계열 우도 정보를 이용하여 상기 부호화 신호의 복제, 또는 상기 송신 신호의 복제에 대하여 가중치의 부여를 행하는 가중치 부여부

를 구비한 복호 부호부를 복수열로 설치하고,

상기 가중치 부여부에서 구해진, 수신을 희망하지 않는 송신국의 송신 신호의 복제에 기초하여 구해진 간섭 신호를 상기 수신 신호로부터 제거하는 간섭 제거부를 구비하며,

상기 간섭 제거부로부터 출력하는 수신 신호를 연판정 복호부에서 연판정 복호 처리하여 정보 신호를 추출하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 간섭 제거부로부터 복호 부호부의 처리를 소정 횟수 반복 가능하게 하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 연판정 복호부는 연판정 복호 처리를 소정 횟수 반복하여 행한 후에 상기 정보 신호를 판정하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 5.

제3항에 있어서,

상기 연판정 복호부는 연판정 복호 처리를 소정 횟수 반복하여 행한 후에 상기 정보 신호를 판정하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 6.

제1항에 있어서,

상기 수신 신호는 복수의 송신국의 송신 신호를 포함하는 확산된 신호이고,

상기 수신 신호에 대하여 각 송신국의 확산 부호를 이용하여 역 확산하는 역 확산부를 구비하며,

상기 연판정 복호부는 해당 역 확산부에 의해 역 확산한 후의 신호를 입력 신호로 하고,

상기 송신 신호 복제부는 송신 신호의 복제를 확산하는 확산부를 갖는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 7.

제2항에 있어서,

상기 수신 신호는 복수의 송신국의 송신 신호를 포함하는 확산된 신호이고,

상기 수신 신호에 대하여 각 송신국의 확산 부호를 이용하여 역 확산하는 역 확산부를 구비하며,

상기 연판정 복호부는 해당 역 확산부에 의해 역 확산한 후의 신호를 입력 신호로 하고,

상기 송신 신호 복제부는 상기 가중치 부여부에 의해 가중치가 부여된 송신 신호의 복제를 확산하는 확산부를 갖는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 8.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 수신 신호는 확산 부호에 기초하여 역 확산된 신호이고,

상기 간섭 제거부는 상기 송신 신호 복제부에서 작성된 송신 신호의 복제 중, 수신을 희망하지 않는 송신 신호의 복제에 기초한 간섭 신호에 확산 부호 간의 상호 상관에 따른 가중치의 부여를 하고, 상기 역 확산 후의 부호 단위로 간섭 제거 처리하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 9.

제1항에 있어서,

상기 연판정 복호부는 수신 신호에 기초하여 제1 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제1 우도 정보를 출력하는 제1 연판정 복호기와,

상기 수신 신호와 제1 우도 정보를 상기 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 수신 신호와 재배열 제1 우도 정보를 출력하는 인터리버부와,

수신 신호, 재배열 제1 우도 정보, 및 재배열 수신 신호에 기초하여 제2 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제2 복호 정보와 제2 우도 정보를 출력하는 제2 연판정 복호기와,

상기 제2 복호 정보와 제2 우도 정보를 상기 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 제2 복호 정보와 상기 복호용 우도 정보를 출력하는 복원 인터리브부와,

상기 재배열 제2 복호 정보의 판정을 행하고, 상기 복호한 정보 신호를 출력하는 복호 판정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

청구항 10.

제2항에 있어서,

상기 연판정 복호부는 수신 신호에 기초하여 제1 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제1 우도 정보와, 제1 패러티 신호에 관한 제1 패러티 우도 정보를 출력하는 제1 연판정 복호기와,

상기 수신 신호와 제1 우도 정보를 상기 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 수신 신호와 재배열 제1 우도 정보를 출력하는 인터리버부와,

수신 신호, 재배열 제1 우도 정보, 및 재배열 수신 신호에 기초하여 제2 컨볼루션 부호기에 대응하는 연판정 복호를 행하고, 제2 복호 정보, 제2 우도 정보, 및 제2 패러티 신호에 관한 제2 패러티 우도 정보를 출력하는 제2 연판정 복호기와,

상기 제2 복호 정보와 제2 우도 정보를 상기 인터리버에 대응한 재배열을 행하고, 재배열 제2 복호 정보와 상기 복호용 우도 정보를 출력하는 복원 인터리브부와,

상기 재배열 제2 복호 정보의 판정을 행하고, 상기 복호한 정보 신호를 출력하는 복호 판정부와,

상기 재배열 제2 복호 정보, 및 상기 제1, 제2 패러티 우도 정보에 기초하여 상기 부호 계열 우도 정보를 출력하는 우도 정보 합성부를 구비하는 것을 특징으로 하는 연접 컨볼루션 부호 복호기.

요약

터보 부호나 SCCC의 반복 복호는 복호 처리 도중에 잠정적인 복호 결과와 우도 정보를 출력하므로, 이것을 유효하게 이용하면 복호의 연산량을 그다지 늘리지 않고, 간섭의 제거 처리를 행하는 것이 가능하게 된다. 따라서, 상호 간섭을 끼치는 복수의 터보 부호나 SCCC 블록의 복호 처리를 병렬로 행하고, 터보 부호나 SCCC의 복호의 중간 결과로서 얻어지는 복호 데이터와 우도 정보를 다른 블록의 복호 처리에 반영시켜서 반복하여 복호를 행한다.

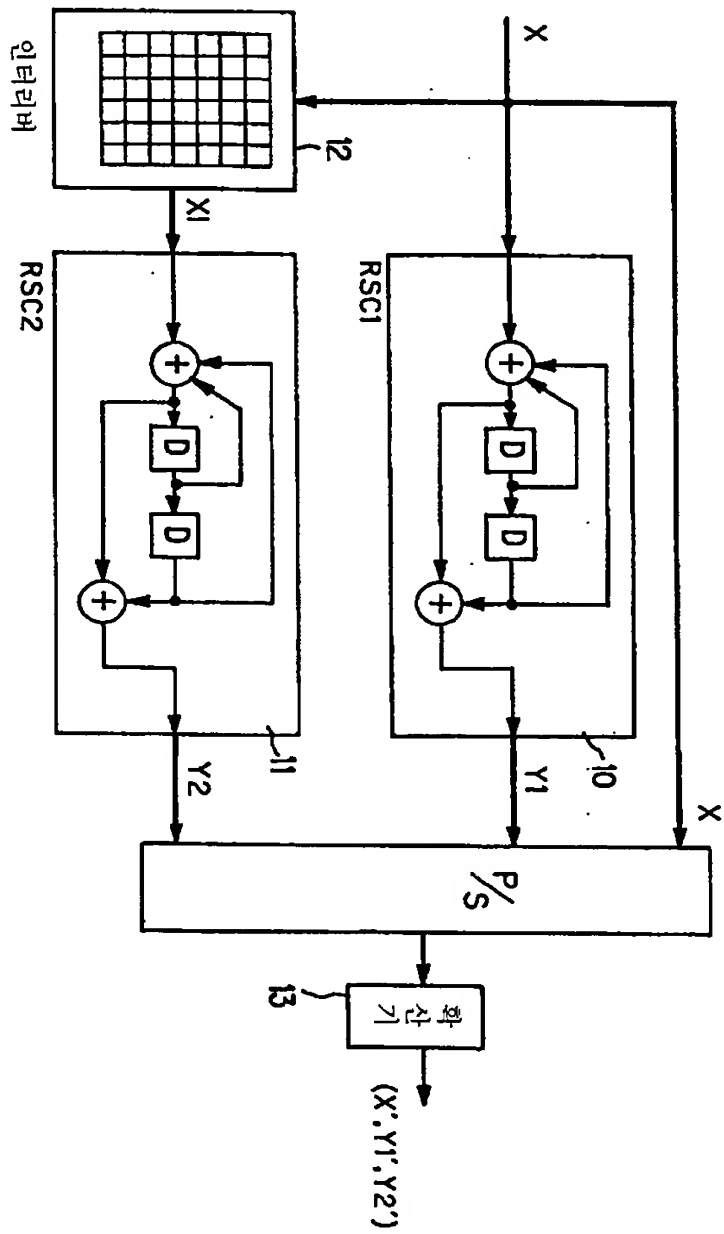
대표도

도1

색인어

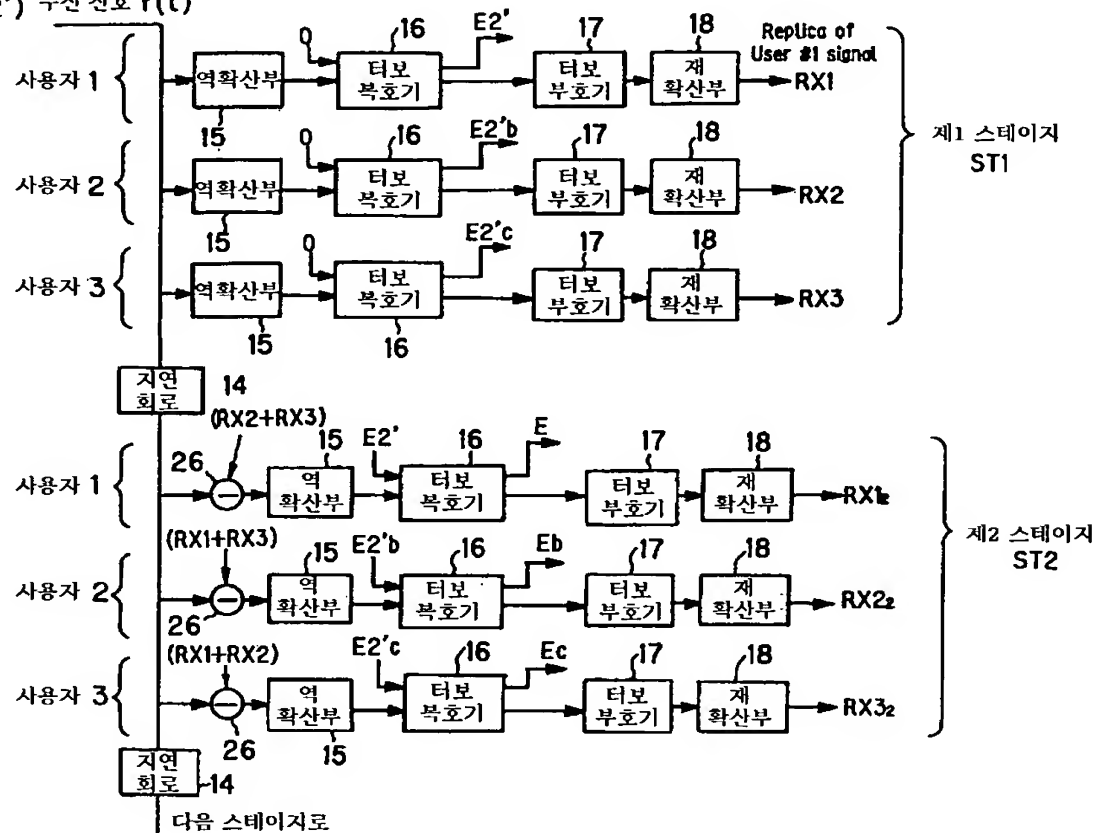
컨볼루션 부호기, 인터리버, 연판정 복호 처리, 복호 부호부, 송신국, 우도

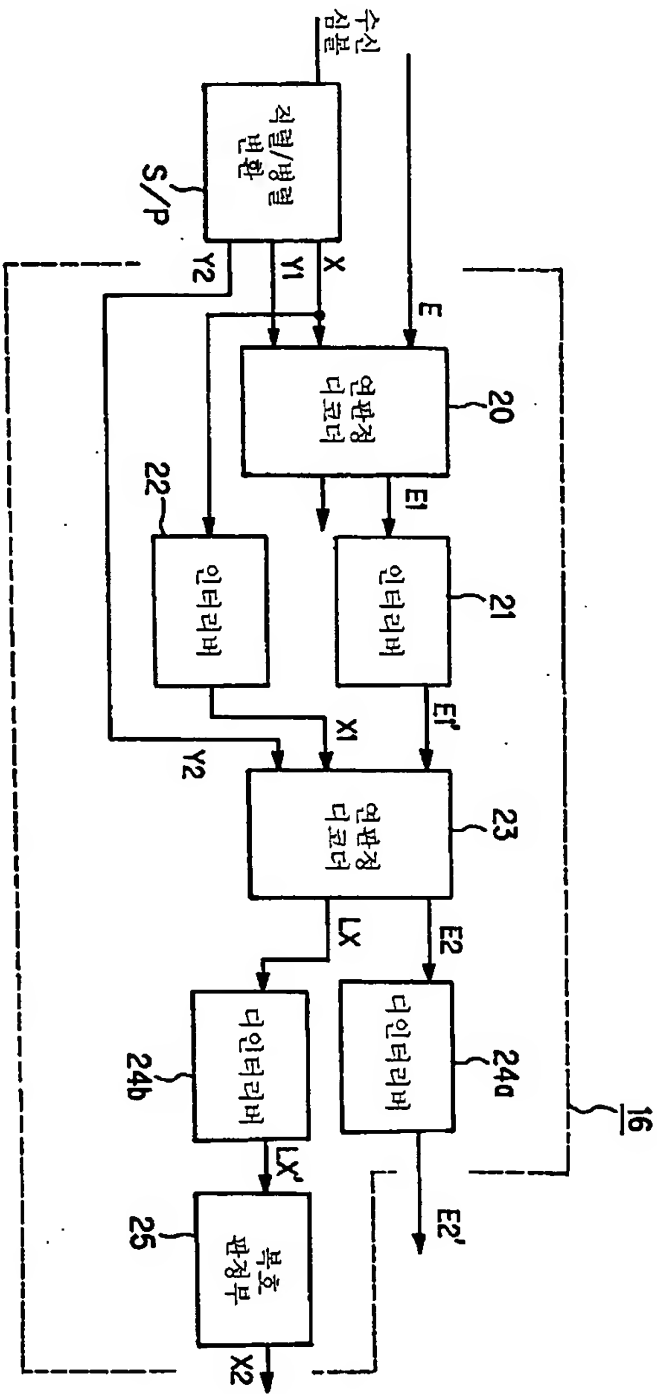
도면



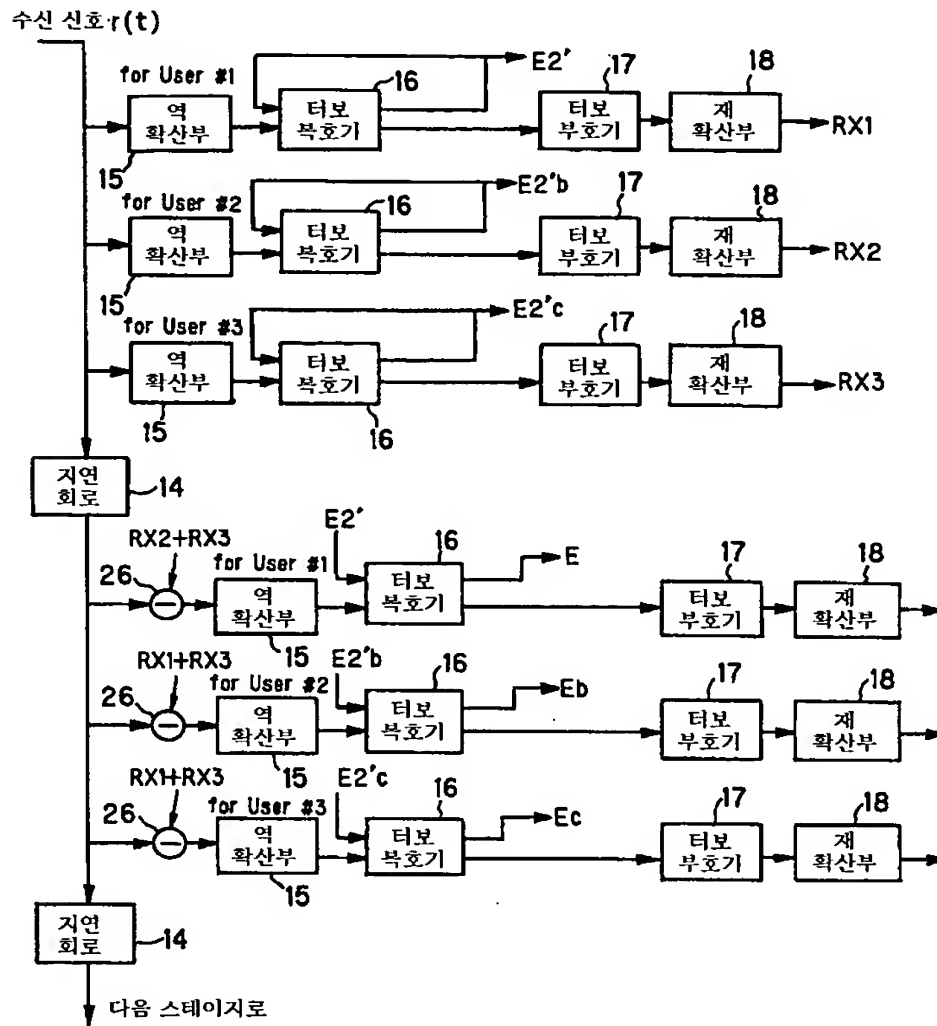
도면 2

(X',Y1',Y2') 수신 신호 r(t)

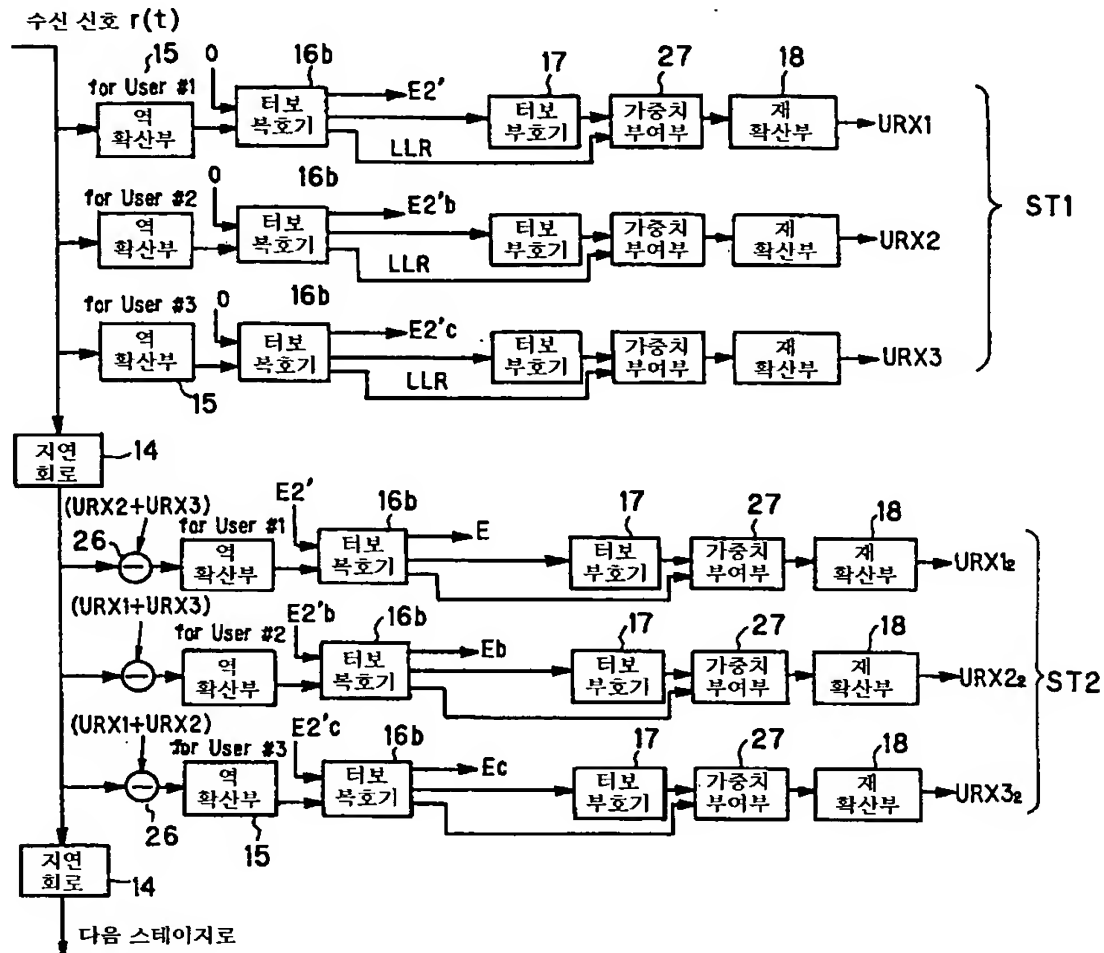


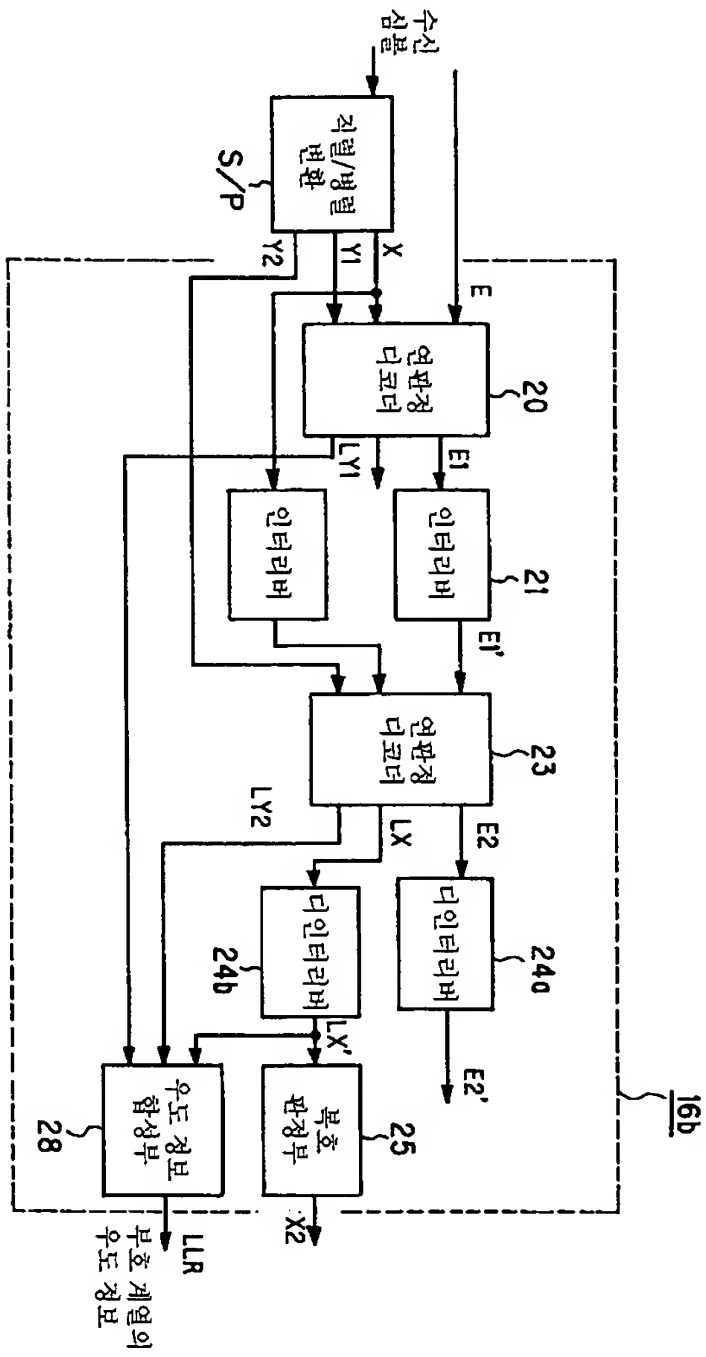


도면 4

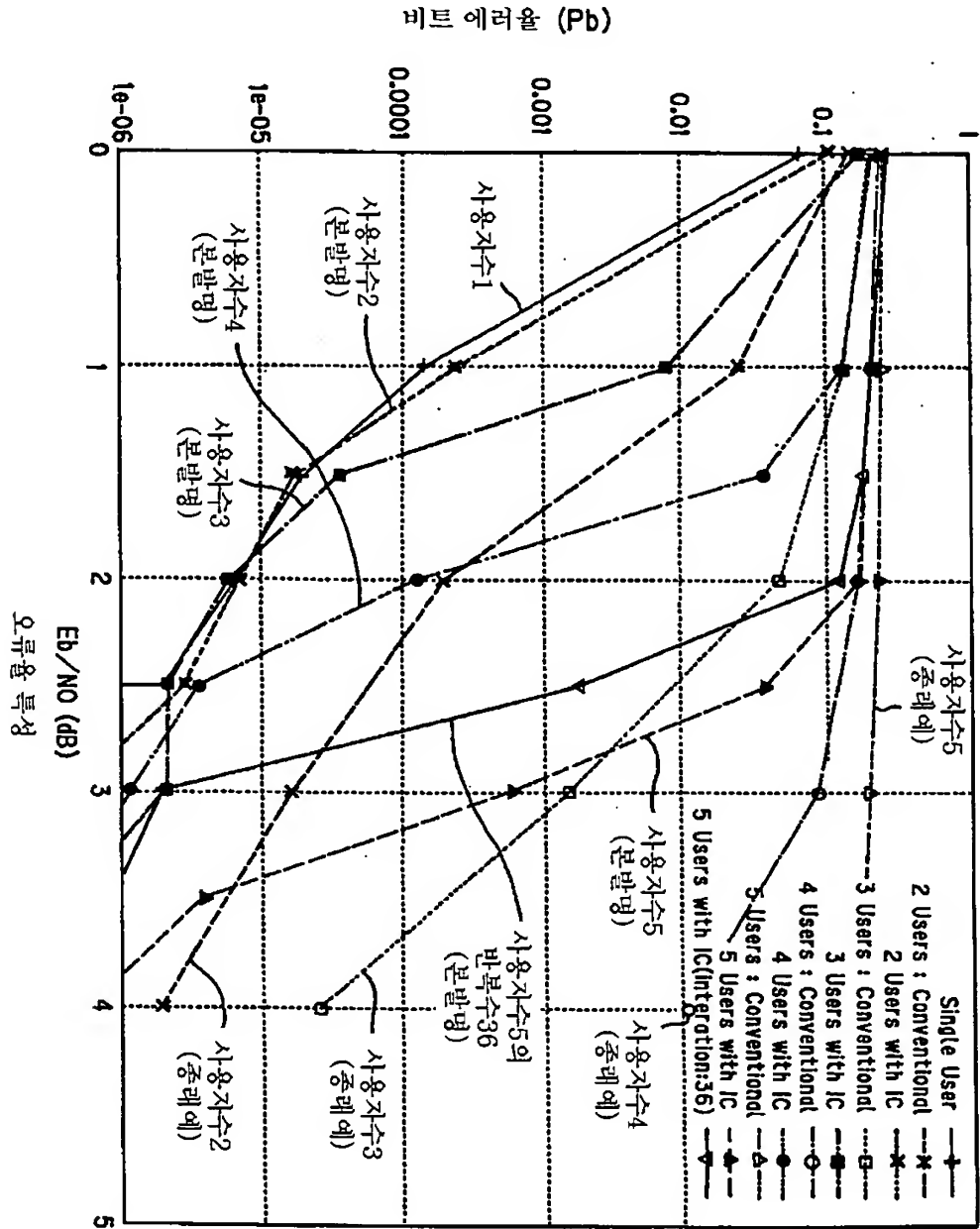


도면 5

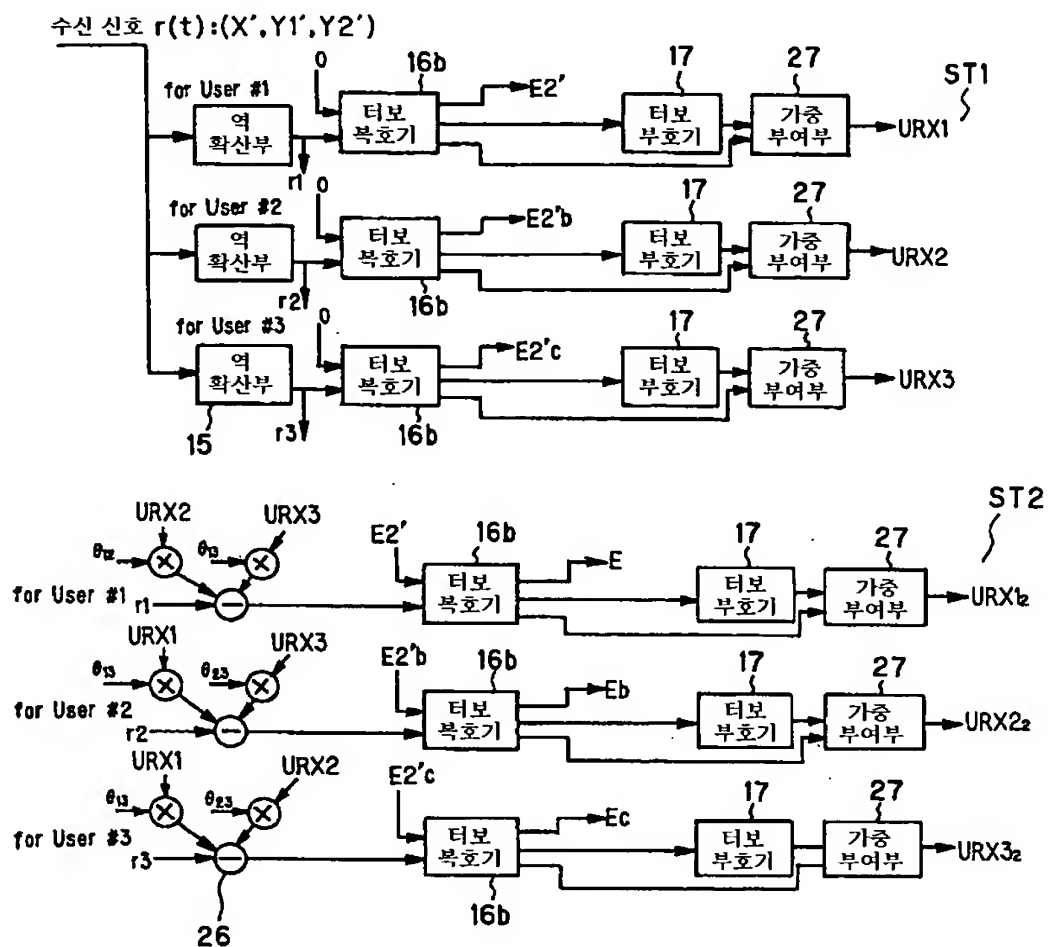


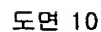


도면 7

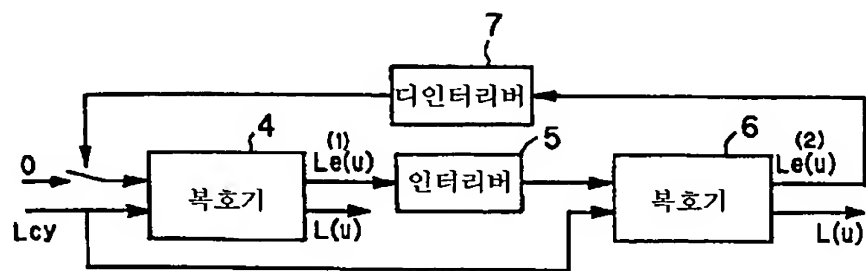


도면 8



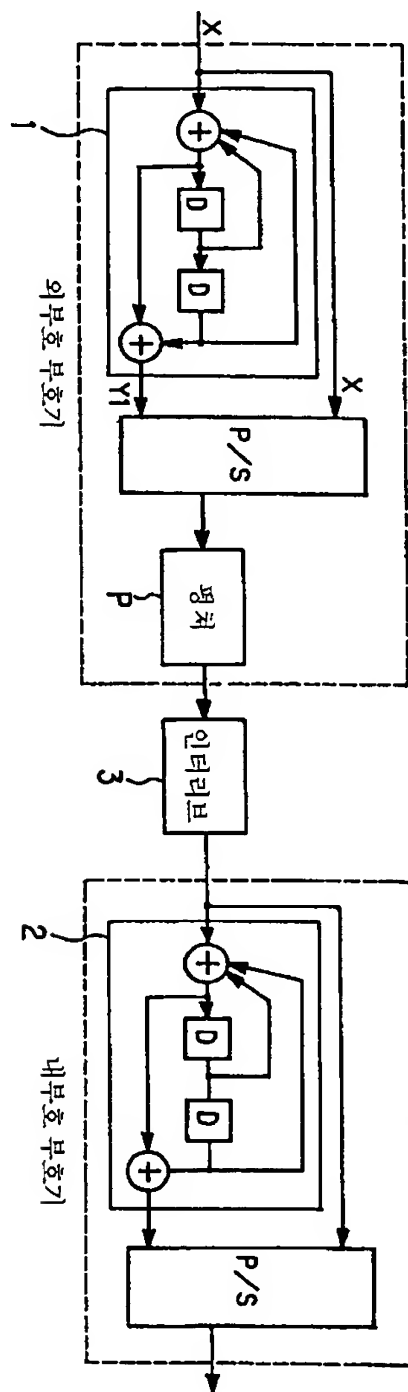


도면 11



터보 부호의 복호기의 블록도

도면 12



도면 13

